

A EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL EM MOTORES CICLO OTTO: UMA ANÁLISE CRÍTICA DESDE SUAS IMPLICAÇÕES NO MEIO AMBIENTE À REGULAMENTAÇÃO LEGAL NO SISTEMA NORMATIVO PÁTRIO

Diego Kellermann Hurtado.¹
Alfeu de Arruda Souza²

Resumo

O Brasil é um dos países que possui uma das maiores frotas de veículos automotores do mundo. Esses automóveis em sua esmagadora maioria são movidos à combustíveis fósseis. O uso prolongado desse tipo de combustível é responsável por riscos ambientais e também prejudicial à saúde humana. Uma alternativa de reduzir esses riscos, é o aprimoramento do sistema de injeção de combustível dos veículos ciclo otto (veículos leves e de passeio) pois, estes representam a maioria quando comparado aos veículos comerciais pesados. Entre os aprimoramentos, destaca-se o sistema de injeção direta, o qual é um dos melhores sistemas de alimentação existente atualmente no mundo. A falta de uma legislação rigorosa sobre as emissões destes veículos acabam dificultando o uso deste tipo de injeção no Brasil, pois atualmente, a legislação brasileira ao permitir índices de poluição “alto” quando comparado a países europeus, permite o uso de sistemas de tecnologia inferior.

Palavras-chave: riscos ambientais, sistema de injeção de combustíveis, legislação brasileira.

INTRODUÇÃO

Há mais de 300 anos é conhecido o funcionamento das máquinas que utilizam combustão interna para gerar movimento (SILVA, 2007). E, após muita evolução tecnológica, uma dessas máquinas, o motor de combustão interna ciclo Otto, é atualmente bastante utilizado em veículos de pequeno porte fabricados e comercializados no mundo inteiro, utilizando combustíveis leves como álcool, gasolina ou gás natural.

Com toda essa evolução, os motores se tornaram equipamentos bastante complexos, sendo compostos por diversos sub-sistemas. Um desses importantes sub-sistemas é responsável por levar o ar e o combustível necessários à combustão até a câmara onde ela ocorre, e esse é o objeto de nosso estudo.

¹ Professor do Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). hurtadokeller@gmail.com

² Acadêmico do Curso de Direito Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). aarruda@inf.ufsm.br

O mau gerenciamento do sistema de injeção de combustível aliado a crescente demanda de veículos leves em todo mundo, está agravando o problema da poluição atmosférica global. Segundo a SURFACE TRANSPORTATION POLICY PROJECT (STPP), quase metade dos estadunidenses estão respirando ar não-saudável. O estudo mostrou a qualidade do ar em dezenas de áreas metropolitanas estadunidenses piorou na última década. Nos Estados Unidos, o carro de passageiro médio emite 5 toneladas de dióxido de carbono, juntamente com pequenas quantidades de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e nitrogênio.

No Brasil, a falta de tecnologia nos veículos, o alto número de automóveis e o uso prolongado e veículos antigos é responsável pela principal poluição atmosférica no País. Segundo dados do *Departamento Nacional de Trânsito* (DENATRAN) em 2010, a frota de veículos cresceu 119% em dez anos no País, fechando o ano com 64.817 milhões de veículos registrados. Conforme dados apresentados no G1 (G1, 2012), para neutralizar as emissões de gás carbônico desta frota, o Brasil precisaria aumentar em mais de 11 vezes a cobertura de Mata Atlântica atualmente existente no território nacional.

Afim de diminuir essas emissões e melhorar o desempenho de automóveis ciclo Otto, foi aprimorado o sistema de alimentação de combustível destes veículos. Entre esses sistemas, destaca-se a injeção direta de combustível também conhecida como injeção estratificada. Foi escolhido os motores ciclo Otto neste artigo pois, os automóveis equipados com este ciclo são os veículos leves e de passeio. Representando a maioria dos veículos no Brasil.

Assim, o presente artigo, através de uma pesquisa bibliográfica utilizando-se prioritariamente do método dedutivo, visa ensaiar uma resposta a seguinte questão: É possível a redução da emissão de gases poluentes em veículos equipados com motores ciclo Otto e quais seriam as implicações legais acerca do assunto?

1 O MOTOR CICLO OTTO

Consideramos importante uma breve contextualização sobre o funcionamento do ciclo Otto em motores para um melhor entendimento do trabalho.

O ciclo Otto é um ciclo termodinâmico onde um determinado gás executa repetidamente transformações termodinâmicas, resultando em trabalho, com aplicações em: motores, turbinas, aquecimento ou refrigeração. No caso dos

motores veiculares de “Ciclo Otto” o gás é a mistura de Ar e combustível, existindo 4 estágios termodinâmicos: (1) Admissão, (2) Compressão, (3) Combustão e (4) Escape. (OVERCAR, 2008e).

1.2 Evolução dos sistemas de alimentação de combustível

Por não possuir bicos injetores, o sistema carburado (com o uso do carburador) não é considerado um sistema de injeção de combustível. Nele a admissão de combustível pelo cilindro, segundo Overcar (2008d), é gerada pelo vácuo da câmara de combustão.

De acordo com Altese (2008) o carburador já foi o principal componente do sistema de alimentação, no qual era responsável por administrar a mistura ar-combustível nas proporções necessárias para o funcionamento do motor e, embora tenha sofrido muitas modernizações, não conseguiu reduzir a níveis toleráveis a emissão de poluentes de acordo com as exigências que surgiam, portanto, acabou substituído pela injeção de combustível.

Criado em 1988, o sistema de injeção eletrônica analógica, que surgiu com o objetivo de substituir o carburador, dominou o mercado automotivo a partir de 1991. Seu funcionamento caracterizou-se pelo aumento da eficiência do motor, pois seu sistema eletrônico controla a dosagem certa da mistura (ar-combustível). Por não possuir sensor de oxigênio, necessário à correção da mistura, nem memória e diagnóstico de defeitos, acabou perdendo seu espaço para sistemas mais modernos, como a injeção eletrônica digital monoponto (OVERCAR, 2008a).

A injeção digital monoponto, criada na década de 90 pela Bosch, possui um funcionamento semelhante à injeção analógica, porém, com mais recursos. Entre eles, destacam-se a integração dos sistemas de ignição e injeção, o sistema de auto-diagnóstico, permitido pela existência de uma memória, e também a existência de controle e correção de mistura baseado na análise de informações colhidas por sensores e interpretadas eletronicamente (OVERCAR, 2008b).

Segundo Altese (2008) a injeção monoponto possui um único bico injetor de combustível para todos os cilindros, diferentemente de sua sucessora, a injeção digital multiponto, que possui um bico para cada cilindro do motor, o que permite um ganho de até 15% em torque e potência nesse sistema mais moderno, porque a mistura ocorre já na entrada das válvulas de admissão, percorrendo um caminho menor, evitando assim a

sua condensação antes de chegar ao cilindro. A injeção multiponto, também de acordo com Altese (2008), pode ser sequencial, onde a injeção ocorre em diferentes tempos para cada cilindro, não sequencial ou semi-sequencial (diferentes tempos de injeção para cada grupo de cilindros).

A maioria dos carros possui motor com injeção eletrônica multiponto, porém, segundo Figueiredo (2008), a injeção direta de combustível na câmara de combustão está se popularizando nos motores europeus, embora ainda tenha um custo bastante elevado.

– **2.3 Evolução dos sistemas de injeção de combustível**

– **2.3.1 Sistema de injeção multiponto**

No sistema MPI, a mistura ar, combustível é controlada separadamente, existindo um injetor de combustível para cada cilindro do motor.

O injetor de combustível segundo Nice (2001), é uma válvula eletromagnética controlada eletronicamente. Ele é abastecido com combustível sob pressão e é capaz de abrir e fechar com uma precisão de milésimos de segundo. Dentro deste existe um eletroímã que abre a válvula, permitindo que o combustível pressurizado esguiche através da agulha do bico.

A Figura 1 mostra o sistema de injeção agindo em um cilindro.

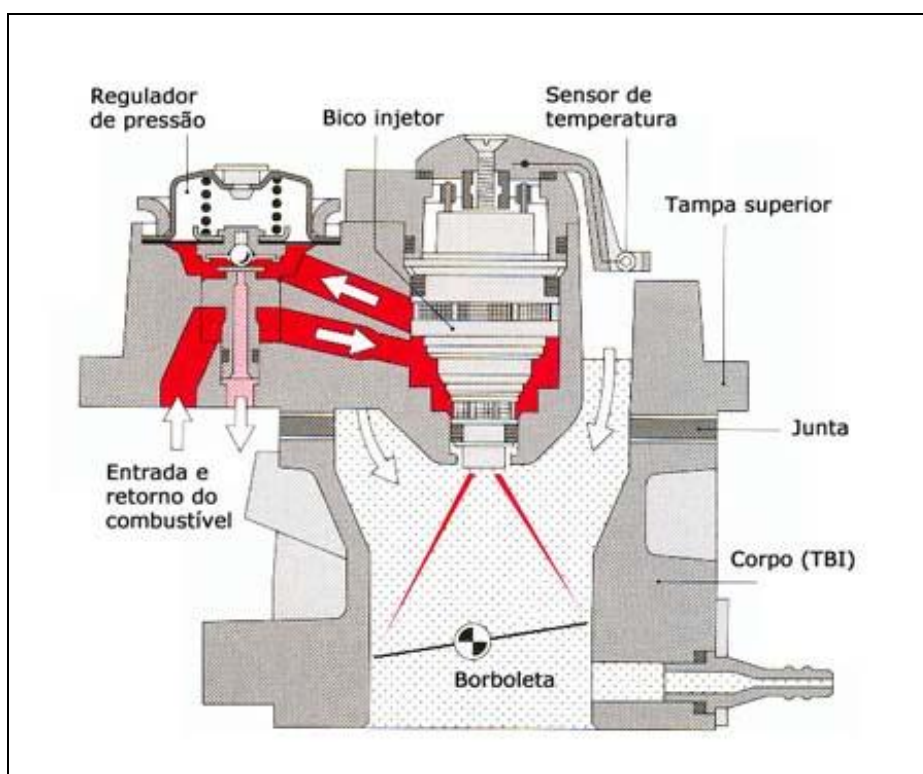


Figura 1 – Desenho esquemático do sistema de injeção. Fonte: Webdrops (2007).

Segundo (VOLKSWAGEN, PROBST, & BOSCH apud BARBOSA, 1997), a MPI permite uma melhor distribuição de combustível aos cilindros do motor do que o monoponto. Além disso elimina o problema da condensação do combustível, resultando em maiores torques, potência e redução dos índices de emissões de poluentes.

Conforme Overcar (2008c), o sistema MPI possui uma válvula de ventilação no tanque (válvula de canister) que permite o reaproveitamento dos vapores de combustível, que são altamente tóxicos, reduzindo consideravelmente os níveis de poluição, caracterizando a principal vantagem da injeção eletrônica.

De acordo com Peliza (2003) & Barbosa (1997), na MPI o combustível pode ser injetado de quatro modos diferentes:

- Injeção simultânea;
- Injeção semi-seqüencial ou em grupo;
- Injeção seqüencial;
- Injeção seqüencial fasada.

Na injeção simultânea, os injetores são conectados em paralelo e injetam combustível simultaneamente, não importando em qual fase que se encontra o cilindro.

Havendo dois períodos de injeção por ciclo. Desta maneira é fornecido a metade de combustível necessário em cada período de injeção (BOSCH, BARKHIMER, SENAI, RIBBENS & LENZ apud BARBOSA, 1997).

A injeção semi-sequencial segundo Motorevista (2006), ocorre em blocos, abrindo simultaneamente duas válvulas injetoras enquanto as outras duas ficam fechadas. Ocorrendo assim a injeção no cilindro que estiver admitindo e o que acabou de explodir. Esse tipo de injeção é a mais utilizada atualmente devido a sua boa eficiência e ao baixo custo em relação ao sequencial. Este por sua vez utiliza um sensor de fase que determina quando o primeiro cilindro está em fase de explosão. A unidade de comando precisa saber a posição da árvore de manivelas e também de cada cilindro. Este método é o mais preciso de todos, porém de maior custo. Não ocorrem perdas por condensação do combustível, pois, não há modo de espera, a cada injeção o cilindro já admite a mistura. A Figura 2 mostra as estratégias de injeção simultânea, semi-sequencial e sequencial

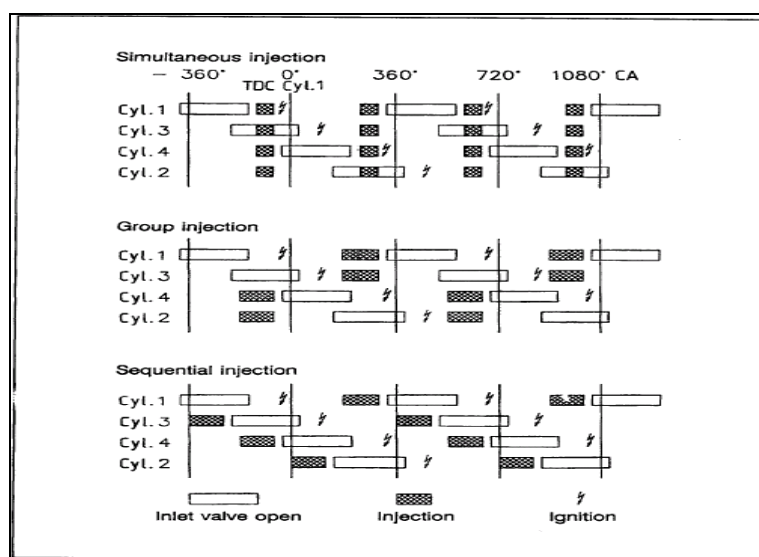


Figura 2: Estratégias de injeção simultânea, em grupo e sequencial para sistemas de injeção multi-ponto.
Fonte: Barbosa (1997).

Na MPI sequencial fasada, de acordo com Peliza (2003), a injeção em cada cilindro é dividida em duas etapas, ocorrendo quando a válvula de admissão abre e um pouco antes de fechar. Proporcionando assim uma mistura ar/combustível mais

homogênea. Sendo bastante empregada em motores se competição pelo seu ótimo desempenho.

Conforme Autoestrada (2003), a principal vantagem do MPI é a boa resposta do pedal do acelerador, porque o volume de gasolina pode ser alterado rapidamente de um cilindro para outro, sem precisar o motor realizar uma revolução completa.

– 2.3.2 Injeção direta (injeção estratificada)

Aos poucos a instalação de sistemas de injeção direta de combustível vem ganhando espaço na indústria automotiva. Esse tipo de sistema, pulverizando o combustível na câmara de combustão sem o intermédio dos coletores de admissão, cria uma turbulência dentro da mesma e permite o funcionamento do motor em taxas maiores de compressão, o que melhora o seu desempenho. A injeção estratificada foi utilizada pela primeira vez no Mitsubishi Carisma (ALTESE, 2008).

Na Figura 3 está ilustrado um bico injetor de um motor alimentado por injeção direta de gasolina na câmara de combustão.

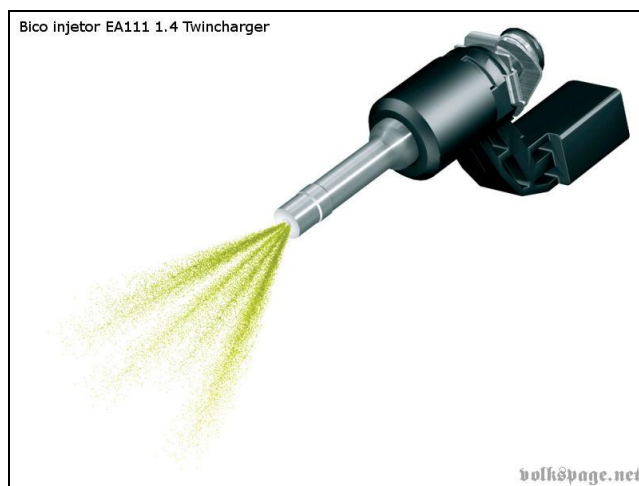


Figura 3 – Bico injetor de um motor VW TSi com injeção direta de gasolina. Fonte: VolksPage (2006).

Nos sistemas de injeção direta não há uma mistura prévia do ar e do combustível. O ar entra através dos coletores de admissão enquanto o combustível é adicionado pelos bicos injetores. A posição do injetor permite uma otimização do spray

de gasolina, que resulta em uma combustão mais completa, gerando mais potência que nos outros sistemas de injeção para o mesmo consumo. (GOLD, 2008).

Gold (2008), diz que a principal desvantagem do sistema de injeção estratificada é o custo, pois os componentes devem ser mais resistentes para suportar a alta pressão na câmara de combustão. No entanto, afirma que motores que possuem o sistema podem, com gasolina comum, atingir índices de desempenho alcançados apenas em motores que necessitam de combustível premium, mais caros, para funcionar com o melhor desempenho.

Além disso, o custo elevado de produção já não é considerado um empecilho no desenvolvimento dessa tecnologia, utilizada há muito tempo em motores a diesel, para motores ciclo Otto, uma vez que ela surge como uma excelente alternativa na busca por motores mais econômicos e que atendam as exigências cada vez mais rigorosas de controle de emissão de poluentes (GOLD, 2008).

No Brasil este sistema de injeção de combustível ainda é restrito a poucos modelos, principalmente aos importados de países europeus onde a legislação ambiental é mais rigorosa.

– 2.3.3 Controle eletrônico da injeção de combustível

Apesar da criação do controle eletrônico da injeção de combustível ter ocorrido em meados da década de 80, até hoje, devido a seu grande desenvolvimento tecnológico, ele pode ser considerado como importante componente no aperfeiçoamento dos sistemas de alimentação de combustível.

O sistema de controle eletrônico da injeção de combustível tem a função de dosar corretamente a quantidade de combustível em função das condições de operação do motor (MILHOR, 2002, p. 21). Também nessa obra é explicado o modo na qual o controle é feito através da válvula eletromagnética injetora de combustível (VEIC), dos variados tipos de sensores instalados no motor e da unidade de controle eletrônico (UCE). Através dos sinais desses diversos sensores a UCE pode indentificar a condição de operação do motor e executar um específico modo de controle.

São definidos seis tipos diferentes de operação do motor que influenciam o sistema de injeção do motor e para cada um deles existe um modo de controle específico (RIBBENS & MANSOUR apud MILHOR, 2002).

Segundo Milhor (2002), as disposições das VEICs variam de sistema à sistema, de forma que nos primeiros sistemas de controle eletrônico utilizava-se apenas uma válvula de injeção, instalada acima ou abaixo da borboleta de aceleração, chamados então de sistemas de injeção central de combustível monoponto ou até mesmo thorttle body. No sistema de injeção individual ou multiponto é utilizado uma válvula para cada cilindro como já visto anteriormente. As vantagens existentes em se ter a injeção eletrônica controlada podem ser: menor consumo de combustível, maior potência, aceleração sem atraso, melhora da partida a frio e fase de aquecimento e baixo teor de poluentes no gás de escape.

2 EMISSÕES E RISCOS AMBIENTAIS DE VEÍCULOS AUTOMOTORES

De acordo com Mendes (2004), as emissões originadas pelo uso de veículos automotores podem ser divididas nas seguintes categorias:

- Emissões de partículas e gases pelo escapamento do veículo (subprodutos da combustão lançados a atmosfera pelo tubo de escapamento);
- Emissões de combustível na forma de vapores (lançadas pela atmosfera através da evaporação de hidrocarbonetos do combustível);
- Emissões de gases do cárter do motor (subprodutos da combustão que passam pelos anéis de segmento do motor e por vapores do óleo lubrificante).

Entre os principais produtos da combustão de veículos automotores podemos citar:

- Dióxido de carbono (CO₂);
- Monóxido de carbono (CO);
- Óxidos de nitrogênio (NO_x);
- Óxidos de enxofre (SO_x);
- Aldeídos (R-CHO);
- Hidrocarbonetos não ou parcialmente oxidados (HC);
- Material particulado (MP).

O uso contínuo de veículos automotores movidos a combustíveis fósseis, causa impactos ambientais de alcance global como o aumento do efeito estufa, além de efeitos regionais (chuvas ácidas) como também efeitos locais: aumento da concentração de poluentes atmosféricos de efeito tóxico como o monóxido de carbono, dióxido de enxofre e materiais particulados.

3 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Os motores de combustão, por utilizarem-se prioritariamente de combustíveis fósseis, emitem grandes quantidades de poluentes ao meio ambiente, prejudicando tanto a saúde da população, quanto acarretando grandes danos ao meio ambiente, em razão desses poluentes serem os principais componentes da chuva ácida. (COWNLING, 1982 apud CROWTHER; RUSTON, 1911).

Conforme a lição de José Afonso da Silva (2004, p. 20), o conceito de meio ambiente deve ser globalizante, “abrangente de toda a natureza, o artificial e original, bem como os bens culturais correlatos, compreendendo, portanto, o solo, a água, o ar, a flora, as belezas naturais, o patrimônio histórico, artístico, turístico, paisagístico e arquitetônico”.

Uma sociedade civilizada, visando garantir a ordem e organização do estado é regida por leis. O Brasil foi o primeiro País da América latina a adotar uma legislação destinada a reduzir as emissões veiculares visando reduzir o impacto ao meio ambiente.

Em 1976, o Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN estabeleceu, por meio da Resolução nº 507, o controle das emissões de gases e vapores do cárter. A lei nº 6938/1981 atribui ao Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA - entre outras, a competência para *estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes* (art. 8º, inciso VI) e para *estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à Manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.* (art. 8º inciso VII). (JÚNIOR, 2007).

Com base nas competências a ele atribuídas pela lei nº 6.938/1981, o CONAMA vem estabelecendo, por meio de resoluções, as normas para controle da emissão de poluentes do ar por fontes fixas e móveis, assim considerados os veículos automotores.

A constituição outorgada em 1988 incorporou o conteúdo da lei nº 6.938/1981 e efetuou a divisão de competências legislativas e administrativas dos entes da federação. Estabelece, assim, como competência comum da União, dos estados, do

Distrito Federal e dos Municípios, *"proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas"* (art. 22, inciso VI) e que compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre *"florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição"* (art. 24, inciso VI) devendo, na legislação concorrente, a União limitar-se ao estabelecimento de normas gerais.

A Constituição Federal de 1988, sem seu art. 225, trata do meio ambiente como um direito coletivo, cuja preservação é dever do poder público e da coletividade. Direito e dever aplicam-se ao controle da poluição, conforme pode-se inferir do caput e do parágrafo 3º:

“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

(..)

§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.” (BRASIL, 2012)

A lei nº 9605/1998 (Lei dos Crimes ambientais), consolidou todas as infrações e sanções previstas na legislação federal, sendo expressivo neste aspecto seu artigo 54.

Atualmente no Brasil, com o objetivo de reduzir e controlar a contaminação atmosférica por fontes móveis (veículos automotores) o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou os Programas de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) para automóveis e (PROMOT) para motocicletas, fixando prazos, limites máximos de emissão e estabelecendo exigências tecnológicas para veículos automotores, nacionais e importados. Além disso, o CONAMA tem atuado no que tange a redução da poluição atmosférica, expedindo diversas resoluções.

CONCLUSÃO

Para responder a questão inicial no que diz respeito a possibilidade da redução da emissão de gases poluentes em veículos equipados com motores de combustão, assim como as questões legais acerca do tema, devemos observar que ao mesmo tempo

que estes quipamentos visam garantir facilidades às populações, trazem em contrapartida, malefícios as mesmas no momento em que a emissão de gases poluentes torna-se uma ameaça ao meio ambiente e sociedade. A rápida evolução tecnológica não é acompanhada pelas disposições legais e fiscalização estatal acerca do assunto, estando tais assuntos tão importantes hoje, apesar de previsão na constituição, serem regulados por resoluções do CONAMA.

Ao analisar a evolução histórica dos veículos automotores, o sistema de injeção de combustível é de fundamental importância, pois o seu aperfeiçoamento é um dos responsáveis pela diminuição de emissões residuais de motores ciclo otto e consequentemente os impactos ambientais.

A adoção tardia de políticas governamentais rigorosas no requisito de emissões de veículos automotores, é responsável pela alteração climática, principalmente de regiões metropolitanas do Brasil, além de problemas respiratórios provenientes da inalação de monóxido de carbono, materiais particulados, entre outros.

Fica evidente a importância do uso do sistema de injeção direta em veículos ciclo otto no Brasil, pois além de oferecer performance superiores ao sistema de injeção multiponto é responsável pela diminuição de poluentes atmosféricos.

REFERÊNCIAS

ALTESE. Carburador, injeção e injeção direta: evolução e diferenças. 2008. Disponível em: <<http://www.altese.com.br/dica/13>>. Acesso em: 09 jul. 2008.

AUTOESTRADA. Injeção de combustível. 2003. Disponível em: <<http://autoestrada.uol.com.br/interno.cfm?file=conhecimento&id=9>>. Acesso em 02 jul. 2008.

BARBOSA, C. R. F. **Desempenho de um motor ciclo Otto com injeção direta de gás natural**. 1997. 216f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, promulgada em 05 de outubro de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 28 ago. 2012.

COWNLING, E.B. Acid precipitation in historical perspective, Environ. Sci. Technol. v.16, n.2 p. 110A-123A, 1982.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/>>. Acesso em: 02 set. 2012.

FIGUEIREDO, L. F. Injeção eletrônica. 2008. Disponível em: <http://www.webmotors.com.br/wmpublicador/Dicas_Conteudo.vxlpub?hnid=34401>. Acesso em 08 jul. 2008.

G1 Carros. Disponível em: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/02/frota-de-veiculos-cresce-119-em-dez-anos-no-brasil-aponta-denatran.html>> Acesso em: 26 jun. 2012.

JÚNIOR, José de Sena pereira. Legislação Brasileira sobre Poluição do ar. Brasília: Câmara dos Deputados, 2007. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1542/legislacao_poluicao_ar_jose_pereira.pdf?sequence=1> Acesso em: 07 set. 2012.

MENDES, F.E. **Avaliação de programas de controle de poluição atmosférica Por veículos leves no Brasil.** 2004. 179f. Tese (Doutorado em Ciências de Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

NICE, K. Como funcionam os sistemas de injeção de combustível. 2001. Disponível em: <<http://carros.hsw.uol.com.br/injecao-de-combustivel3.htm>>. Acesso 01 jul. 2008.

OVERCAR. Injeção eletrônica analógica. 2008a. Disponível em: <<http://www.overcar.com.br/index.php/artigos/injecao-eletronica/3-injecao-eletronica/12-injecao-eletronica-analogica>>. Acesso em: 03 jul. 2008.

PELIZA, G. **Análise de veículos convertidos para o uso do combustível gás natural.** 2003.139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porte Alegre, 2003.

SILVA, José Afonso da. **Direito ambiental constitucional.** 5. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

SILVA, S. D. L. **Máquinas e mecanização agrícola: motores de combustão interna.** 2007. Disponível em: <http://www.fag.edu.br/professores/suedemio/Agronomia/Maquina_Mecaniza%E7%E3o/Motores%20Comb%20int%20-%201.PDF>. Acesso em: 08 jul. 2008.

Surface Transportation Polyce Partnership. Disponível em: < <http://www.transact.org/>> Acesso em 01 set. 2012.

VOLKSPAGE. VW EA111 1.4 16v Tsi “Twincharger”. 2006. Disponível em: <<http://www.volkspage.net/technik/tsi/>>. Acesso em 03 jul. 2008.



_____. **Lei Federal nº 6.938/1981.** Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 28 ago. 2012.

_____. **Lei Federal nº 9605/1998.** Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 28 ago. 2012.